

图像火灾探测技术在综合管廊中的应用探究

曾小峰¹, 姚雷雷², 刘师伟¹, 郭霞¹, 张瑞¹, 陈芳³

(1. 成都市城市地下综合管廊监管服务中心; 2. 核工业西南勘察设计研究院有限公司;
3. 上海腾盛智能安全科技股份有限公司)

【摘要】在综合管廊附属设施的消防系统中, 目前使用的点型光电感烟探测器易受到管廊内潮湿条件影响频繁失灵或损坏, 存在一定的安全隐患, 并且频繁维护和更换设备也增加了管廊运维管理的成本。为探索解决设备维护、更换频繁和探测器失灵的问题, 本项目在管廊中实地搭建火灾环境进行模拟试验, 通过对比点型光电感烟火灾探测器、图像型火灾探测器的试验结果, 分析了图像火灾探测技术在管廊中的应用优势。

【关键词】综合管廊; 火灾探测; 管廊管理

中图分类号: TU855

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.09.042

Exploring the Application of Image Fire Detection Technology in the Integrated Utility Tunnel

ZENG Xiao-feng¹, YAO Lei-lei², LIU Shi-wei¹, GUO Xia¹, ZHANG Rui¹, CHEN Fang³

(1.Chengdu City Utility Tunnel Supervision Service Center; 2.Nuclear Industry Southwest Geotechnical Investigation & Design Institute Co., Ltd.; 3.Shanghai Tensun Intelligent Security Technology Corp., Ltd.)

【Abstract】In the fire control system of the auxiliary facilities of the comprehensive utility tunnel, the point-type photoelectric smoke detector used at present is susceptible to the wet conditions in the utility tunnel resulting to frequent failure or damage, which has certain safety risks, and the frequent maintenance and replacement of equipment also increase the operation and maintenance management cost of the utility tunnel. In order to explore and solve the problems of equipment maintenance, frequent replacement and detector failure, this project builds a fire environment in the pipe tunnel for simulation test. By comparing the test results of point-type photoelectric smoke fire detector and image fire detector, the application advantages of image fire detection technology in the pipe tunnel are analyzed.

【Keywords】utility tunnel; fire detection; utility tunnel management

1 引言

综合管廊具有不同管线共舱、空间密闭、多种可燃物并存、多种引火方式并存等特点^[1], 一旦发生火灾容易相互蔓延和相互耦合, 导致火势加大。烟雾是早期火灾的重要特征之一, 在火灾初期, 由于温度较低, 物质多处于阴燃阶段, 会产生大量烟雾^[2], 此时是采取火灾报警并实施灭火的最佳时机^[3]。因此, 对综合管廊内烟雾、火焰进行有效监控是保障各类管线正常运行的必要措施, 也是有利于工作人员安全逃生^[4], 保证综合管廊安全工作的基本要求。最常用的火灾探测设备为点型光电感烟探测器, 但由于综合管廊属于地下构筑物, 廊内环境潮湿, 普通的点型感烟探测器长期在潮湿环境内损坏频繁, 图像型火灾探测可以避免这些问题, 同时也能降低设备误报的风险^[5], 因此, 开展图像型火灾探测试点有利于总结经验、推广技术, 提高管廊管理工作的经济效益。

本文以成都市某管廊火灾报警系统为试点, 选取综合舱一段防火分区作为实验段, 现场模拟火灾试验, 对比图像火灾探测器与传统光电感烟探测器的性能, 分析图像火灾技术在管廊运维中的优势, 为综合管廊消防系统的设计和运维管理提供依据。

2 目前管廊火灾探测技术应用中存在的问题

从综合管廊的运维调研情况来看, 南方地区管廊中安装的点型感烟探测器, 能起到的防水作用有限, 一般是通过防水底盒阻止从天花板上渗落的水珠掉落到探测器内, 潮湿空气中的水汽依然能通过探测器的进烟口进入探测器内部, 探测器在管廊项目中安装3个月~6个月, 均会出现不同程度的损坏。点型感烟探测器在这种潮湿环境下不能长期、可靠地工作^[6]。而且会因设备故障误报警、不报警,

导致火灾自动报警系统处于无效状态(见图1)。



图1 点型感烟探测器受潮损坏

3 管廊火灾探测器技术原理

3.1 点型光电感烟探测器技术原理

点型光电感烟探测器是利用火灾烟雾对光产生吸收和散射作用来探测火灾的一种装置^[7],主要由发光元件和受光元件两部分组成。设备工作原理有两种,一般是通过发射器发出的一束光打到烟雾上,如果在其光路上,通过测量烟雾对光的衰减作用来确定烟雾的方法,称为减光型探测法;如果在光路以外的地方,通过测量烟雾对光的散射作用产生的光能量来确定烟雾的方法,称为散射型探测法。

3.2 图像火灾探测器技术原理

图像型火灾探测器通过红外、近红外、可见光多频视频摄像,采集灾害事件火灾初期的烟雾、火焰图像,通过智能模式识别算法和自适应学习算法,提取烟雾、火焰相关的各种物理特性^[8],进行融合计算,形成火灾概率信息,辨识出火灾并进行告警,并可同时输出复合图像信息的探测设备。

图像型火灾探测器根据视频采集到的烟雾特征判断烟雾,因此外壳防护等级设计可达IP65以上。同时,对火焰以及遮挡火焰有优良的探测效果,且响应速度快,对于探测区域的情况可以进行实时监测。

当图像型火灾探测器发出火警信号后,图像型火灾探测器的红色火警灯点亮;火灾报警控制器收到火警信息后,在显示屏上显示发生火灾的位置及探测设备编号,并发出声、光警报声。同时,向管廊内的声光警报器发出自动联动指令,该分区管廊内的声光警报器同时发出警报声和光。在火灾报警监控平台上,会自动弹出第一个报警的图像探测器的视频,同时发出报警声音提示。

4 管廊图像火灾探测技术应用分析

4.1 试验工况简介

本试验在200m试验段内设置4台图像型火灾探测器,以吊装方式安设。采用的图像火灾探测器参数为200万像素1080P,最低照度等级0.1Lux(彩色)/0.01Lux(黑白),响应时间火焰5s~30s/烟雾20s~50s。分别布置在实验段管廊两端,顶部布置一台,中间布置两台,相互对射,确保实验段中的图像区域全覆盖,并根据管廊内环境布设相关辅材及配件。点型感烟火灾探测器间距5m布置,廊顶沿中线安设(见图2)。

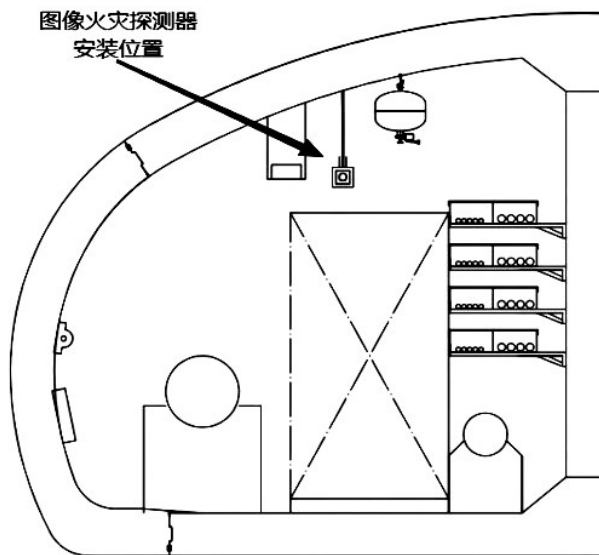


图2 试验段管廊截面及图像火灾探测器布置位置

4.2 图像火灾探测器报警试验

4.2.1 试验准备

烟雾实验:利用烟饼模拟电缆因过载等原因发热后电缆护套受热开始释放烟雾的过程。将不同尺寸的烟饼放置在线缆桥架的底层上,模拟不同时期的烟雾浓度,等待探测器报警,并记录报警时间。

火焰试验:利用火盘模拟电缆因过载等原因发热后电缆护套受热达到燃点后开始燃烧的过程。以不同尺寸的火盘放置、模拟不同时期的火焰大小,等待探测器报警,并记录报警时间。

4.2.2 试验结果

烟雾探测:烟雾探测分别在防火区间1/4处、3/4处底层桥架进行试验。烟饼点燃后,烟雾沿桥架溢出,在上升时被图像火灾探测器识别并报警,上升蔓

延至点型光电感烟探测器附近,并形成一定浓度时,点型光电感烟探测器报警,第一次图像火灾探测器用时21s,点型光电感烟探测器用时91s;第二次图像火灾探测器用时41s,点型光电感烟探测器用时136s(见表1)。

表1 烟雾探测试验记录表

—		图像		烟感	
试验位置	点烟时间	报警时刻	报警 用时/s	报警时刻	报警 用时/s
防火区间1/4 处底层桥架	15:25:34	15:25:55	21	15:27:04	91
防火区间3/4 处底层桥架	16:48:25	16:48:47	42	16:50:22	137

火焰探测:图像型火灾探测器可以探测火焰对管廊内出现的明火可以探测报警,在防火区间1/4处、3/4处进行明火实验报警时间分别为9s和11s,而点型光电感烟探测器无法探测无烟火焰(见表2)。

表2 火焰探测试验记录表

—		图像		烟感	
试验位置	点火时间	报警时刻	报警 用时/s	报警时刻	报警 用时/s
防火区间 1/4处	15:40:09	15:40:18	9	不报警	不报警
防火区间 3/4处	16:40:46	16:40:57	11	不报警	不报警

试验结果表明,图像型火灾探测器相比传统的点型光电感烟探测器设备,烟雾探测速度快约1min,速度快约3倍~4倍。在管廊环境中对烟、火均能有很好的探测效果,对火灾前期作出快速响应。

4.3 图像火灾探测器优势分析

4.3.1 减少设备数量,降低管廊运维人员工作负荷

光电感烟探测器布设密度较大,智能图像火灾技术减少了探测器使用数量,在巡查和检测工作中减少了需要查验的设备数量和人工数。管廊中相对密闭,空气质量、湿度相较于地上日照、通风的自然环境更差,减少此工作环境中的工作时间,有利于保护运维工作人员的身体健康。

4.3.2 提高火灾响应速率,减少事故影响范围

图像火灾技术报警速度比传统的点烟火灾报警装置是快约1min,提升速率3倍~4倍。电缆燃烧的特点为烟大、火焰小、速度慢、火势发展很快。在燃烧初期越早发现,处理越及时,对管廊的影响越小^[9]。

4.3.3 增加智慧设备接入,加快智慧管廊建设

图像型火灾探测器采用的智能算法,还可根据本身的数据采集结合云平台其他系统数据。接入控制中心可将采集到的事故图片和算法共享给其他管廊使用,也为综合管廊事故数据库提供原始数据资料。

5 结语

综合管廊作为城市生命线系统,一旦发生安全事故将造成重大社会影响和巨大经济损失。图像火灾探测设备可以对烟雾、火焰进行有效复合侦测,在电缆阴燃发出可见烟阶段就及时报警,并直接显示现场图像,标注烟雾产生位置,辅助运维人员判断火情,做到火灾的早发现和早控制。图像火灾探测器在管廊实地火灾模拟试验中效果良好,识别速度快,综合优势明显,具有一定的推广意义。

参考文献

- [1] 钟委, 马文辉, 孙超鹏, 高子鹤, 赵军. 110kV 高压电缆着火过程数值模拟研究[J]. 消防科学与技术, 2021, 40(1): 68-75.
- [2] 刘海峰, 刘敬文, 沈学良, 孙国城, 陆建峰, 周建新, 郑经荣, 汪云龙, 尤飞, 喻源, 张鹏. 地下综合管廊电力舱火灾演化行为和特性[J]. 消防科学与技术, 2021, 40(6): 822-826.
- [3] 张晋, 徐大军, 宋文琦, 陶鹏宇, 薛岗. 综合管廊电力舱火灾特性试验研究[J]. 消防科学与技术, 2019, 38(11): 1532-1535.
- [4] 徐志胜, 王蓓蕾, 孔杰, 梁印, 陈涛. 城市综合管廊火灾特性和人员疏散安全性研究[J]. 消防科学与技术, 2020, 39(6): 786-789.
- [5] 李陈莹, 陈杰, 李鸿泽, 胡丽斌, 曹京荣. 地下综合管廊火灾蔓延及探测实验研究[J]. 消防科学与技术, 2019, 38(9): 1258-1261.
- [6] 秦科雁, 郑小波, 童潮镇. 电缆隧道消防报警系统的选择[J]. 消防技术与产品信息, 2003(11): 28-32+14.
- [7] 魏向峰. 浅析感烟探测器及其发展[J]. 质量与认证, 2020(7): 70-72.
- [8] 舒日勇. 浅谈公路隧道分布式智能图像型火灾探测器[J]. 中国交通信息化, 2018, 225(12): 137-138.
- [9] 郭雄, 郭春, 陈小峰, 廖继轩. 综合管廊矩形截面电缆舱室火灾特性研究[J]. 现代隧道技术, 2018, 55(S2): 703-708.